ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

DES EAUX DE PARIS

ESSAI D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE COMPARÉE

SES RAPPORTS AVEC L'HYGIÈNE ET LA PATHOLOGIE

15 Planches coloriées

THÈSE

Présentée et soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Paris
pour obtenir le diplôme de Pharmacien de première classe

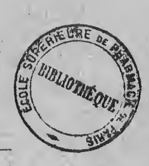
(Décembre 1880)

PAR

G. NEUVILLE

LAURÉAT DE L'ÉCOLE

Chimie (1877) — Botanique (1879)



PARIS

IMPRIMERIE MOQUET

11, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 11

1880

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

DES EAUX DE PARIS

ESSAI D'ANALYSE MICROGRAPHIQUE COMPARÉE

SES RAPPORTS AVEC L'HYGIÈNE ET LA PATHOLOGIE

15 Planches coloriées

THÈSE

Présentée et soutenue à l'École supérieure de Pharmacie de Paris
pour obtenir le diplôme de Pharmacien de première classe

(Décembre 1880)



PAR

G. NEUVILLE

LAURÉAT DE L'ÉCOLE

.Chimie (1877) — Botanique (1879)

PARIS

IMPRIMERIE MOQUET

11, RUE DES FOSSÉS-SAINT-JACQUES, 11

1880

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

MM. CHATIN, Directeur
BUSSY, Directeur honoraire

ADMINISTRATEURS

MM. CHATIN, Directeur
BOURGOIN, Professeur
JUNGFLEISCH, Professeur

PROFESSEURS

MM. CHATIN	*Botanique*
A. MILNE-EDWARDS	*Zoologie*
PLANCHON	*Histoire naturelle des médicaments*
BOUIS	*Toxicologie*
BAUDRIMONT	*Pharmacie chimique*
RICHE	*Chimie inorganique*
LEROUX	*Physique*
JUNGFLEISCH	*Chimie organique*
BOURGOIN	*Cryptogamie*

CHARGÉS DE COURS

MM. PERSONNE	*Chimie analytique*
BOUCHARDAT	*Hydrologie et Minéralogie*
MARCHAND	*Cryptogamie*

Professeur honoraire : M. BERTHELOT

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. G. BOUCHARDAT	MM. CHASTAING
J. CHATIN	PRUNIER
BEAUREGARD	QUESNEVILLE

M. CHAPELLE, Secrétaire

A MONSIEUR CHATIN

Membre de l'Institut et de l'Académie de médecine
Directeur de l'École supérieure de Pharmacie de Paris

HOMMAGE DE RESPECT

A MONSIEUR LE DOCTEUR L. MARCHAND

Professeur du cours de botanique cryptogamique
à l'École supérieure de pharmacie de Paris

HOMMAGE DE RECONNAISSANCE

PRÉPARATIONS

Quintisulfure de Potassium impur	Baume tranquille
Lactate de Zinc	Sirop de Salsepareille
Iodure de Plomb	Pâte de Réglisse brune
Acide oxalique	Pommade épispastique jaune
Permanganate de potasse	Onguent Ægyptiac

« On est trop porté à regarder l'eau comme une simple substance minérale; on oublie, ou pour mieux dire on ignore, qu'elle est peuplée d'êtres qui l'animent et avec lesquels il faut compter. »

(Dr L. Marchand, *Botanique cryptogamique*, 1880, p. 125).

INTRODUCTION



Deux micrographes, un Anglais (1) et l'autre Américain (2), ont publié il y a quelque temps des travaux très intéressants sur l'analyse microscopique de certaines eaux de leur pays. Ces recherches eurent un grand retentissement non seulement chez les savants, mais encore chez ceux qui s'intéressaient à tout ce qui était nouveau et surtout utile. Il m'a paru étrange qu'un travail analogue n'eût pas encore été fait pour les eaux de Paris.

Je sais bien que plusieurs savants se sont occupés tour à tour des différentes eaux qui s'y distribuent. Les uns ont pu fournir de longues nomenclatures des Diatomées qui se rencontrent dans telle ou telle eau; les autres ont étudié les Algues, les Desmidiées, les Infusoires, les Bactéries, etc., d'une eau donnée. Je me suis placé à un tout autre point de vue.

En effet, que peuvent faire à ceux qui ne sont pas spécialistes les seuls noms des végétaux et des animaux qui se rencontrent dans une eau? Le savant aura vite figuré dans sa pensée ce qu'on lui propose; mais celui qui, moins versé

(1) Hassall (Art. Hill.), *A microscopic examination of water supplied to the inhabitants of London and the suburbains districts*, 1850.

(2) W.-C. Farlow, *Remarcks of some Algæ found in the water supplies of the city of Boston, in Bull. of the Bussey institution*, janv. 1877.

dans ce genre de science, lira des noms étranges bien alignés, n'y trouvera aucun intérêt ou n'y comprendra rien.

Mon but est de vulgariser une science utile, de comparer des résultats. Ce n'est pas aux savants seuls que je m'adresse, c'est aussi à ceux qui désirent savoir. N'est-il pas intéressant de pouvoir se dire après une simple inspection microscopique : Voici une eau excellente, celle-là est moins bonne, celle-là est mauvaise?

C'est ce que j'ai désiré obtenir, et j'espère que j'aurai réussi; sinon, je n'aurai pas moins essayé d'indiquer à d'autres un chemin que je crois sûr, et, comme le dit dans sa préface mon maître, M. le docteur L. Marchand (1) : « Si l'on trouve mon travail mauvais, on se hâtera d'en faire un meilleur. »

J'ai cherché autant que j'ai pu à rassembler ce qui avait été dit d'intéressant sur ce sujet. A ceux qui pourraient me le reprocher, je dirai que je n'ai jamais cru faire quelque chose d'entièrement nouveau, et que je ne suis pas prêt à chercher de nouvelles théories, tandis qu'il m'est si facile d'appuyer ce que j'avance.

---

(1) Dr L. Marchand, *Botanique cryptogamique*, 1880, p. 10.

UNE ANALYSE D'EAU N'EST PAS COMPLÈTE SANS L'ANALYSE MICROSCOPIQUE.

L'analyse chimique fournit des renseignements précieux sur la nature des eaux potables. Elle nous donne avec la précision du dixième de milligramme sa teneur en sels, en gaz, en matières organiques. C'est beaucoup, mais je crois que ce n'est pas assez. En effet, quand on aura prouvé que telle eau contient, par exemple, 20 centigrammes de matières organiques, faudra-t-il en conclure qu'elle vaut moins qu'une autre qui n'en contient que 5 centigrammes? C'est à discuter, car dans la première peut parfaitement entrer une forte proportion d'algues vertes, et chacun sait que dans ces conditions une eau est toujours mieux conservée qu'une autre qui n'en contient pas.

Voici, à ce propos, ce que dit M. L. Marchand :

« Les cryptogames se rencontrent dans toutes les eaux, on a même dit dans les eaux distillées (1). Le chimiste, en faisant des analyses d'eau, signale dans toutes, même celles regardées comme les plus pures, des *matières organiques*. Là, où le chimiste dit « matières organiques, » parce qu'il n'en trouve sous son creuset que les éléments, le naturaliste dit « microbes, » parce que son microscope lui montre des êtres vivants, surtout des microphytes. Ces êtres agissent sur les eaux en assimilant, sous l'action de la lumière, le carbone de

(1) De très belles études pourraient être faites et sont, d'ailleurs, déjà commencées sur les altérations que subissent les matières salines dans l'eau distillée. J'ai remarqué, dans des réactifs chimiques qui datent de cinq ans, le développement de diverses cryptogames. La solution d'ammoniaque elle-même paraît en contenir.

l'acide carbonique, et en mettant en liberté l'oxygène qui se dissout dans l'eau. Ils trouvent l'acide carbonique, soit à l'état libre, dissous dans le liquide, soit à l'état de combinaison avec des alcalis terreux, magnésie, chaux, soude. L'acide carbonique libre provient soit des roches, soit de la combustion lente des détritus organiques qui encombrent les cours d'eau et sont, comme nous le verrons, la cause de leur insalubrité. Cette cause est combattue par les cryptogames aquatiques, lorsque ces eaux sont courantes ou tout au moins renouvelées, et qu'elles déroulent leurs ondes au soleil. L'eau tout à l'heure méphitique, impropre à l'alimentation de l'homme et à la vie des animaux, s'est purifiée, est devenue potable, agréable au goût et propre à entretenir la vie des êtres qui vivent dans son sein. Cette action prolongée de cryptogames vertes sur les éléments des eaux des fleuves et des rivières, des cours d'eau, explique pourquoi ces eaux, quoique charriant souvent des impuretés, même des immondices, sont plus *potables* et meilleures que les eaux de sources et de puits, en apparence beaucoup plus pures, en réalité moins chargées de matières organiques » (1).

Il est bon de remarquer que les diatomées ont un endochrôme particulier (*Diatomine*) de couleur brune fauve ou dorée. Comme les autres algues elles décomposent l'acide carbonique, absorbent le carbone et dégagent l'oxygène. Elles s'assimilent en plus de fortes proportions de silice, fer, alumine, chaux. Mais, presque toujours à côté de ces diatomées dont je parle, s'en trouvent d'autres qui ont une couleur verte. Ces dernières sont mortes et n'ont plus aucune action sur l'eau. En effet, l'endochrôme des diatomées est de la chlorophylle additionnée d'un pigment brun jaunâtre insoluble dans le suc cellulaire, mais soluble dans l'eau. Aussi en mou-

(1) *Loc. cit.*, p. 116.

rant passent-elles rapidement à la couleur verte. Je n'insiste pas sur la propriété de cet endochrôme et je renvoie aux savants travaux de M. P. Petit ; tout ce que je veux constater, c'est qu'il n'y a que les diatomées vivantes, c'est-à-dire de couleur brune jaune ou dorée qui jouissent des propriétés des algues vertes.

De son côté, M. A. Gérardin a dit :

« La distinction entre les eaux saines et les eaux infectées ne peut reposer ni sur la couleur, ni sur l'odeur, ni sur la saveur, ni sur l'analyse chimique (1).

« Quand les êtres supérieurs périssent, les cryptogames, reprenant leur empire, en assiègent les débris, s'y multiplient rapidement et les décomposent à l'envi.

« Parmi les cryptogames, les algues sont particulièrement remarquables..... Elles s'amarrent indistinctement à tous les corps solides, et s'y cramponnent sans rien leur emprunter pour leur existence. Si la nature du sol est indifférente sur le développement des algues, la nature de l'eau a sur elle une grande influence. Quand une modification se produit dans l'eau, les algues ne tardent pas à se modifier, grâce à leur fécondité et à la courte durée de leur existence. Elles sont douées d'une respiration très active ; l'oxygène qu'elles exhalent décompose rapidement les matières organiques qui infectent l'eau. Elles contribuent puissamment à l'assainissement naturel des eaux altérées par des matières organiques en décomposition. Guidé par ces considérations, j'ai cru devoir examiner avec soin si on ne pourrait pas prendre les algues comme un réactif fidèle et caractéristique de l'état de pureté, d'altération ou d'insalubrité de l'eau. Les animalcules infu-

(1) A. Gérardin, *Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières. Archives des Missions scientifiques*, t. I, 1873, p. 471.

soires, souvent confondus avec les algues, peuvent servir comme elles à caractériser la qualité des eaux » (1).

M. Gérardin parle surtout des grandes algues, ce qu'il dit des grandes est en tout point applicable aux petites.

Avant eux, MM. Morren avaient écrit :

« On les (animalcules et plantes microscopiques) prenait pour des algues, immondices de la mer et des eaux douces, pour des corps nuisibles, pour des productions de la corruption et de la décomposition, tandis que ces êtres sont au contraire bien nécessaires à l'harmonie générale de la nature. C'est à eux que nous devons la salubrité et les bonnes qualités de nos eaux ; et le soleil exerce sur leurs petits organismes un effet qui tourne tout entier au profit de l'homme » (2).

Voici donc bien prouvé ce fait, que les algues vertes sont non seulement utiles, mais encore nécessaires dans toute bonne eau. Il faut toutefois que cette eau soit suffisamment aérée et exposée au jour, car sans cette condition, ces mêmes algues, qui tout à l'heure étaient utiles, deviendraient nuisibles par suite de leur mort.

« Dès que l'eau ne contient plus les éléments indispensables à leur nutrition, c'est-à-dire les sels minéraux et l'acide carbonique ; alors elles sont remplacées par d'autres êtres, microphytes ou microzoaires, qui s'accommodent de ces conditions nouvelles : ce sont les microbes de la putréfaction » (3).

On aura donc grand intérêt, quand on fera l'analyse d'une eau, à s'assurer si les algues trouvées sont vivantes, c'est-à-dire bien vertes.

(1) A. Gérardin, *loc. cit.*, p. 476.

(2) *Recherches sur la rubéfaction des eaux et leur oxygénation par les animalcules et les algues*, MM. A. et C. Morren, 1841, préface, p VIII.

(3) Dr L. Marchand, *loc. cit.*, p. 124.

La présence de certaines algues peut aussi fournir des renseignements précieux, et, comme le dit M. Farlow (1) :

« Il est extrêmement désirable que ceux qui sont responsables, à quelque titre que ce soit, de la santé publique connaissent la forme la plus ordinaire des plantes qui sont de nature à corrompre l'eau potable. »

Mais dans l'eau se rencontrent encore de nombreux animaux, et leur présence, leur nombre, leur genre sont autant de données qu'il ne faut pas négliger. C'est encore le microscope qui va nous les faire connaître et apprécier.

Leur présence détermine certains phénomènes, entre autres la diminution de la quantité d'oxygène en dissolution dans l'eau.

M. Poggiale a constaté que : « L'eau de la Seine n'est jamais saturée d'air atmosphérique. Il attribue cette circonstance à la présence dans l'eau de la Seine d'une certaine proportion de matières organiques » (2).

M. Miller, et après lui M. Smith (3) ont prouvé que l'oxygène disparaît peu à peu dans l'eau de la Tamise, en même temps que l'acide carbonique y augmente au fur et à mesure de son trajet à travers les villes (4).

M. A. Gérardin tient grand compte de la proportion plus ou moins considérable d'oxygène dissous :

« La salubrité, l'altération et la corruption des eaux sont intimement liées à la présence ou à l'absence de l'oxygène dissous. En dosant la quantité d'oxygène dissous dans une

(1) *Paper on some impurities of drinking-water*, 1880, p. 131.

(2) *Documents relatifs aux eaux de Paris*, Préfecture de la Seine, 1861, troisième mémoire présenté au conseil municipal par M. Haussman, 20 avril 1860, p. 55.

(3) *Mém. Philos. Soc. Glascow*, t. VI, p. 54 et suiv.

(4) Se reporter aux analyses : *Eaux de la Seine à la prise d'Austerlitz, à la prise de Saint-Ouen.*

eau mélangée à des eaux industrielles ou ménagères, on doit avoir la cote exacte des qualités hygiéniques de cette eau et de l'influence bonne ou mauvaise qu'elle peut avoir sur les êtres vivants » (1).

Voici d'autre part, ce que je lis dans la thèse de M. Robinet : « Il faut donc bien distinguer (ce qui n'a pas encore été fait), l'azote nécessaire à la nutrition, que nous absorbons sous forme de viande ou de bouillon, de l'azote inoffensif qui entre à chaque aspiration dans nos poumons, de l'azote en quelque sorte médicamenteux qui nous est donné sous forme de salpêtre, de quinine, etc., de l'azote toxique, qui, sous forme d'acide prussique, nous tue à une dose très minime, et enfin de l'azote qui, sous forme de germe miasmatique, peut nous inoculer à une dose impondérable ou sous un volume trop petit pour être mesuré, une maladie mortelle » (2).

J'appelle l'attention sur ce qui a été mis entre parenthèses par l'auteur. L'analyse microscopique pourra souvent donner la provenance de cet azote trouvé et lui assigner un rôle malsain ou inoffensif.

Les chimistes trouvent de la silice dans l'eau :

« Presque toutes les eaux potables renferment une petite quantité de silice » (3). Mais à quel état? Sa présence est-elle heureuse? Le micrographe qui y rencontra des diatomées se prononcera affirmativement, car leur concours est toujours bienfaisant comme on l'a déjà vu.

Enfin, pour ne plus faire qu'une citation, dans un travail récent de M. A. Certes, on lit ce qui suit :

(1) A. Gérardin, *loc. cit.*, p. 495.

(2) G. Robinet, *Sur les prétendus dangers présentés par les cimetières en général et par les cimetières de Paris en particulier*, thèse pour le doctorat en médecine, 1880, p. 106.

(3) H. Deville, *Dictionnaire de chimie pure et appliquée de Wurtz*, p. 1202.

« Les services que l'analyse chimique rend chaque jour à la médecine et à l'hygiène publique sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de les rappeler ici. Il est néanmoins certain qu'elle est impuissante à faire connaître la nature et même à déceler la présence des êtres microscopiques que l'on rencontre dans les eaux les plus pures et qui pullulent dans les eaux chargées de matières organiques. Pour ces recherches il faut nécessairement recourir au microscope » (1).

J'ajouterai que la chimie serait fort embarrassée dans la plupart des cas pour déterminer la provenance d'une eau de Paris, tandis que le microscope la donnera presque toujours avec certitude.

M. Farlow dans un ouvrage très savant, de cette année, a dit :

« Dans l'état actuel des choses, le public est à la merci de toute personne qui, armée d'un microscope et d'une liste de noms grecs et latins, prend plaisir à l'inquiéter en signalant dans les eaux potables du pays la présence de plantes dont le danger supposé est en raison directe de la longueur et de la barbarie de leurs noms » (2).

Ce qui, en certaines circonstances, peut se trouver applicable à ceux qui s'occupent des eaux ne peut m'être imputé. Je ne cherche pas à inquiéter les populations, et, quand il m'arrive d'écrire des noms grecs et latins, c'est parce que je ne puis faire autrement. En tout cas leur figure se trouve à côté de leur nom.

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 14 jui 1880, t. XC, p. 1435, A. Certes.

(2) W.-G. Farlow, *Paper on some impurities of drinking-water*, 1880 p. 131.

LA MÉTHODE QUE J'AI SUIVIE.

M. Farlow, dans son dernier travail déjà cité, examine tour à tour les diverses plantes qui se rencontrent le plus souvent dans l'eau. Il fait leur histoire, donne la date de leur apparition, apprécie leur action, analyse botaniquement leurs divers tissus, décrit leur mode de reproduction.

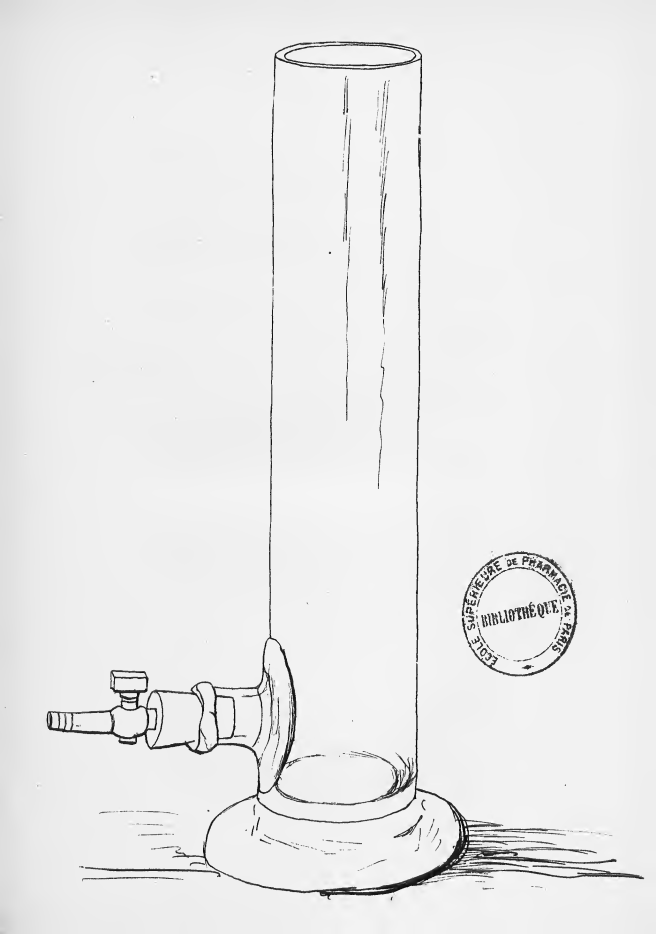
Dans deux planches jointes au texte sont figurées les algues qui ont le plus fixé son attention. Ces algues peuvent, selon lui, se diviser en deux groupes, d'après leurs effets sur l'eau : les vertes et les bleues. Les premières sont bonnes ou du moins inoffensives, les autres sont nuisibles.

La première planche (algues vertes) comprend les espèces suivantes : *Chara coronata*, *Lemna polyrrhiza*, *Cosmarium botrytis*, *Spirogyra*.

La seconde (algues bleues): *Cœlosphœrium Kuetzingianum*, *Anabæna*, *Clathrocystis æruginosa*, *Lyngbya Wollei*.

Comme je l'ai dit plus haut, mon but n'a pas été le même. Je n'insiste pas sur ce savant mémoire, mais j'engage vivement à le consulter.

Il s'agissait pour mon travail de me procurer une certaine quantité d'eau de chacune des eaux distribuées à Paris. Il fallait aussi avoir la pleine conviction de sa provenance. Aussi ai-je tenu à la puiser moi-même. Un volume de 5 litres me parut suffisant pour mes essais et je me décidai à commencer par la Marne et la Seine en amont de Paris. Toutes mes expériences ont été faites dans les mêmes conditions; chaque fois qu'il s'agissait d'un cours d'eau, j'allais avec un batelier emplir ma bouteille en plein courant, et cela à l'endroit même de la prise d'eau. Etait-ce une eau de sources,


ECOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS
BIBLIOTHÈQUE

j'allais à la bâche même d'arrivée. Je dois constater que j'ai toujours rencontré de la part de l'administration des eaux la bienveillance la plus complète, et je l'en remercie tout particulièrement ici.

Je laissais déposer l'eau pendant douze heures uniformément, et, au moyen d'un siphon assez fin, je décantais de façon à ne plus conserver qu'environ 300 centimètres cubes. Je les versais alors dans une éprouvette bien lavée, tubulée à sa partie inférieure et munie d'un robinet. La tubulure était ainsi posée qu'une dizaine de centimètres cubes pussent y rester après écoulement du liquide. Après un repos suffisant dans un vase de petite capacité, j'enlevais avec une pipette l'excédant de l'eau et je faisais en sorte d'ajouter à ce qui restait une quantité égale de glycérine, de façon à obtenir un volume approximatif de 2 à 3 centimètres cubes.

Ce dépôt, versé dans un récipient, et soigneusement étiqueté et daté, je m'empressais d'en faire plusieurs préparations lutées au bitume de Judée, cela au moyen d'une très légère pipette qui me permettait d'en prélever une ou deux gouttes. C'est alors que commençait l'examen microscopique.

J'insiste beaucoup pour la préparation et l'observation immédiate ; car, malgré mes efforts, dans une partie de mes échantillons conservés, se sont développées des végétations cryptogamiques qui ne s'y trouvaient pas d'abord, enfin une altération de divers tissus qui pourraient bien avoir gagné mes préparations elles-mêmes.

Je passe maintenant à la manière dont j'ai cru devoir faire mes planches. Certaines personnes, à la vue d'un dessin représentant le *Monde microscopique d'une goutte d'eau*, se récrient sur la quantité horrible des organismes qui s'y trouvent. Elles ne se rendent pas compte d'une chose, c'est que l'auteur leur indique simplement dans un dessin d'ensemble ce

qui se rencontre le plus fréquemment dans cette eau. Il ne faudrait pas croire non plus que chaque planche représente exactement une portion donnée d'une préparation. Quel est avant tout le but que je poursuis? C'est de présenter dans une petite étendue les divers organismes qui forment ce que je pourrais appeler le caractère de l'eau. Il m'a donc fallu chercher dans plusieurs préparations les végétaux, animaux, débris, etc., dominants, et les assembler sur un seul dessin dans leur disposition et dans leur proportion naturelles, sans chercher, d'ailleurs, à en faire une nomenclature exacte. C'est ce que j'ai fait. Après quelques essais, je me suis arrêté au grossissement de $\frac{350}{1}$ en diamètres, ce qui m'a toujours paru suffisant pour mon genre de recherches.

La méthode que j'emploie et qui m'a déjà donné des résultats satisfaisants pourrait être, à ce qu'il paraît, étonnamment perfectionnée. En effet, si je me reporte aux travaux de M. A. Certes (1), je vois qu'il emploie un réactif particulier, *l'Acide Osmique*, pour arriver à tuer la totalité des organismes vivants dans l'eau et en obtenir le dépôt absolu.

Il trouve lui-même que ce procédé a des inconvénients, en ce sens que l'acide osmique noircit rapidement les tissus.

Pour ma part, j'ai parfois employé l'alcool pour arriver à ce résultat, mais lui aussi a son désavantage, c'est de rétrécir les tissus et de les rendre cassants.

M. A. Certes parle aussi de réactifs colorants : (Picro-carminate, Vert de Méthyle, Eosine, Hématoxyline, Violet de Paris). Il recommande le dernier surtout pour les organismes

(1) *Loc. cit.*, p. 1435.

très petits et très transparents. Voici quelle serait son action :

Cellulose	colorée en	bleu.
Matière amyloïde	—	violet rougeâtre.
Cils vibratils Flagellums Protoplasma des infusoires	—	bleu violet.

Je ferai un léger reproche à ces réactifs, c'est de détruire les colorations premières. Ils ne seraient donc applicables qu'à la condition d'avoir en double ce qu'on examinerait.

Je n'ai pas voulu appliquer ce procédé, effrayé déjà moi-même de la quantité de choses que je trouvais malgré la simplicité du mien. Ce ne serait plus, en effet, quelques pages qu'il faudrait écrire, quelques planches qu'il faudrait dessiner, mais bien alors de gros et forts volumes. D'ailleurs, ma science ne va pas encore si loin. Si pourtant des esprits chercheurs voulaient approfondir ce sujet, je les renverrais aux savants travaux que M. Pierre Miquel a entrepris à l'observatoire de Montsouris.

Pour en donner une idée je vais citer quelques lignes que j'emprunte à son travail :

« Les germes de bactéries, disent-ils (Dr Burdon Sanderson et MM. Pasteur et Joubert) sont si nombreux dans certaines eaux, l'eau de la Seine par exemple, qu'une goutte de cette eau, prise en amont et à plus forte raison en aval de Paris, est toujours féconde et donne lieu à des développements de plusieurs espèces de bactéries, parmi lesquelles il en est dont les germes résistent à plus de 100° à l'état humide, et à 130° pendant plusieurs minutes dans l'air sec » (1).

« Toutes les eaux communes abandonnées à elles-mêmes

(1) *Nouvelles recherches sur les poussières organisées de l'atmosphère. In. ann. de Montsouris pour* 1880, p. 108, P. Miquel.

pendant quelques jours, se chargent rapidement d'organismes divers et deviennent de plus en plus impures............ Donc au point de vue de l'hygiène, toutes les eaux devront être employées sur l'heure et renouvelées à tous les repas » (1).

« Le tableau suivant donne la teneur moyenne en microbes des eaux sur lesquelles nous avons le plus souvent expérimenté :

Provenance.	Microbes par centimètres cubes.
Eau de condensation.	0,2
Eau de pluie.	35,0
Eau de la Vanne	62,0
Eau de la Seine	1,200,0
Eau d'égout.	20,000,0

« Ces chiffres ont été trouvés avec des eaux analysées aussitôt après leur arrivée au laboratoire; les résultats sont tout différents si l'on attend vingt-quatre heures, les bactéries pullulent et les nombres que l'on vient de lire ne sont plus reconnaissables » (2).

Il est bon de dire que M. Miquel emploie un grossissement en diamètre qui varie de 1,000 à 1,500.

Chacun voit que c'est épouvantable et qu'on finira par ne plus vouloir boire que du vin, et encore ?

La plupart de mes expériences ont été faites par une température moyenne et par un temps sec. On pourra s'en convaincre en se reportant aux dates. J'ai donc opéré dans de bonnes conditions puisqu'une chaleur excessive n'est pas venue multiplier nos microbes. D'un autre côté, les eaux étant assez basses et le courant étant moins fort, ces microbes pouvaient se trouver en plus grande quantité. Il se pourrait

(1) *Loc. cit.*, p. 110,
(2) *Loc. cit.*, p. 112.

qu'il y eût compensation, c'est une expérience qu'il serait bon de faire. J'y ai bien pensé, mais il faudrait pour cela une ou plusieurs années d'observations journalières. Le temps et les moyens me manquent, au moins pour le moment.

Une chose encore mérite d'être prise en considération, c'est la différence qui peut exister entre deux saisons. M. Farlow insiste sur ce sujet et dit :

« Il serait désirable d'avoir des détails précis sur cette végétation pendant l'hiver; il nous manque aussi une connaissance exacte de leur rapport chimique avec les eaux dans lesquelles elles croissent » (1).

Peut-être un jour verra-t-on s'établir à ce propos un service régulier qui aura, je crois, son utilité.

On se demandera certainement si la plus ou moins grande abondance de dépôt peut être prise en considération. C'est vrai, mais faut-il encore réfléchir à une chose, c'est qu'une crue subite peut remuer le lit d'un cours d'eau, en décupler le dépôt, sans que pour cela l'eau soit plus mauvaise. (Je fais ici des restrictions pour l'eau de la Seine à partir de la pompe à feu de Chaillot). On ne sera pas plus malade parce qu'on aura avalé un peu de sable très ténu. En tout cas le microscope, de concert avec l'analyse chimique, pourra vite rassurer les consciences.

J'ai voulu prendre chaque eau en particulier et en faire d'abord, autant que possible, l'histoire abrégée. Il est toujours intéressant de savoir ce qui a été dit, et de connaître les diverses opinions émises. Il n'est pas dans mon intention de citer leur passage à travers telles ou telles couches de terrain, ni de m'attarder sur la question chimique. M. Belgrand a, depuis longtemps, approfondi ce sujet, et il n'y a plus rien à faire après lui. Je n'aurai pas, d'ailleurs, à m'ar-

(1) W.-G. *Paper on some impurities of drinking-water*, 1880, p. 152.

rêter longtemps sur chaque eau, par la raison que la planche qui y correspond montre mieux que je ne saurais l'écrire son caractère propre. J'aurais bien désiré pouvoir ajouter, pour chacune des eaux, le chemin qu'elles suivent dans Paris et les rues qu'elles alimentent. Malheureusement je n'ai que d'anciens documents, et, d'ailleurs, il se fait par la communication des diverses conduites entre elles, des mélanges qui varient eux-mêmes journellement, ce qui m'empêcherait de donner des renseignements sérieux.

J'ai pensé, d'autre part, qu'il était toujours incommode de placer les planches à la fin, et d'avoir à feuilleter les pages pour trouver ce que l'on cherche. Je me suis résolu à les intercaler directement dans le texte. Quant au procédé de tirage, je me suis arrêté à l'autographie, ce mode de reproduction m'ayant paru plus original et plus sûr. Une fois l'étude de ces eaux terminée j'essayerai de les classer par ordre de pureté, puis je terminerai par quelques conclusions.

EAUX DIVERSES.

Eau de la Marne, à la prise de Saint-Maur . .	25 juin
— — de Charenton. .	10 mai
Eau de la Seine, à la prise de Port-à-l'Anglais. .	14 —
— — d'Austerlitz. . .	26 —
— — de Chaillot. . .	28 —
— — d'Auteuil . . .	2 juin
— — de Saint-Ouen. .	30 juillet
Eau du canal de l'Ourcq.	1er juin
Eau de la Vanne.	4 —
Eau de la Dhuis	19 —
Eau d'Arcueil.	6 —
Eau des sources du Nord.	26 —
Eau du puits de Grenelle.	12 —
— de Passy	20 juillet
Eau d'un puits de la rive gauche.	16 juin

EAU DE LA MARNE A LA PRISE DE SAINT-MAUR.

L'eau de Saint-Maur est élevée par des machines hydrauliques puissantes, et refoulée jusqu'aux bassins de Ménilmontant où elle se mélange avec les eaux de la Dhuis et du Surmelin pour être distribuée dans Paris.

Cette eau, malgré son parcours assez long dans des conduites souterraines, arrive un peu chaude, surtout l'été. Quand on visite les réservoirs on voit ruisseler l'eau sur les conduites de la Dhuis, tandis que celles de Saint-Maur se trouvent être sèches et chaudes au toucher. Cette eau entre pour une partie appréciable dans la consommation, et, si je me reporte à M. Belgrand (1), je vois que les machines élèvent, par jour, 38,573 mètres cubes d'eau. En temps ordinaire leur débit est de 43,000 mètres cubes.

Cette eau m'a paru bonne pour une eau de rivière, et, n'était sa température, il serait à désirer qu'on n'en eût pas de plus mauvaise. On y rencontre une quantité convenable d'algues vivantes, les infusoires et animaux divers ne s'y rencontrent pas trop souvent, enfin, les débris végétaux n'y sont pas en excès. Ce qu'on peut lui reprocher c'est de toujours charrier des matières limoneuses. Elle, surtout, contribue à donner aux eaux de la Seine ce trouble que les ingénieurs lui reprochent, et son séjour plus ou moins prolongé dans les bassins ne l'en débarrasse qu'incomplètement.

(1) *Historique du service des eaux*, par M. Belgrand. 1875, p. 50.

Planche I

Eau de la Marne à St Maur

25 Juin 1880



1 Surirella biseriata.
2 Nitzschia sygmoidea.
3 Nitzschia dubia.
4 Cymatopleura elliptica.
5 Synedra radians.
6 Diatoma vulgare.
7 Pleurosigma attenuatum.
8 Cymatopleura elliptica.
9 Pediastrum boryanum.
10 Raphidium fasciculatum.
11 Ulothrix.
12 Desmidiée.
13 Pleuronema crassa.
14 Trachées.
15 Dépôts organiques et terreux.

G. Neuville del. et autogr.

Planche II

Eau de la Marne au pont de Charenton.

10 Mai 1880



1 Diatoma vulgare.
2 Pleurosigma. –
3 Nitzschia dubia.
4 Pleurosigma attenuatum.
5 Cymbella Ehrenbergii.
6 Cocconema lanceolatum.
7 Fragilaria virescens.
8 Synedra capitata.
9 Chlamydococcus pluvialis.
10 Amphora ovalis.
11 Infusoire.
12 Débris d'entomostracé.
13 Stylonychia mytilus.
14 Débris ligneux.
15 Dépôts et amas de substances diverses.
16 Morceau de charbon?

G. Neuville del. et autogr.



EAU DE LA MARNE A LA PRISE DE CHARENTON.

Degré hydrotimétrique	13 février 1855 — 19°
	23 février 1855 — 23° (1)

La proportion des algues semble s'être légèrement accrue. Je ne sais si les rapides qui se trouvent en amont y sont pour quelque chose, mais il est probable que les remous, qui se font dans le lit de la rivière, détachent des végétaux qui y vivent, une plus grande quantité de diatomées.

J'ai remarqué surtout, la *Diatoma vulgare*, quelques *Pleurosigma* très beaux, des *Synedra*, *etc.* Déjà l'on voit apparaître des infusoires et certains débris animaux dont on pourrait fort bien se passer. Les riverains qui jettent chaque jour dans cette eau des matières organiques de provenance diverse sont sans doute cause de ce commencement d'altération. Je ne veux pas dire pour cela que l'eau soit mauvaise, elle est encore très bonne et, malheureusement, nous en rencontrerons bientôt qui ne la vaudront pas.

---

(1) *Traité de chimie générale, analytique, industrielle et agricole*, par MM. J. Pelouze et E. Frémy, 1860, t. I, p. 248.

EAU DE LA SEINE A LA PRISE DE PORT-A-L'ANGLAIS.

Le titre hydrotimètrique de l'eau de Seine varie entre 17° et 20°. Le volume d'eau de Seine relevée par les machines à vapeur de Port-à-l'Anglais, Maisons-Alfort, Austerlitz, Chaillot, Auteuil et St-Ouen est de 88,000 mètres cubes (1).

Voici l'analyse de l'eau de Seine (2).

	grammes.
Carbonate de chaux.	0,158
Carbonate de magnésie.	0,051
Sulfate de chaux	0,040
Sulfate de magnésie.	0,030
Chlorures	0,032
Sulfate de potasse.	traces.
Silice.	
Alumine.	0,023
Oxyde de fer	
Matières organiques	traces sensibles.
Total. . . .	0,334

Les traces de matières organiques deviennent en effet sensibles.

Avant de donner mon appréciation sur l'eau de Seine en général, il est bon de citer ce qui a été dit à son sujet.

« Il m'a paru qu'une eau de rivière chargée de détritus, animaux et végétaux que les riverains y jettent, des sels mal-

(1) *Historique du service des eaux*, Belgrand, 1875, p. 74-75.

(2) *Second mémoire sur les eaux de Paris, présenté au conseil municipal*, 16 juillet 1858, par M. Haussman; 1854, p. 60. Analyse de Belgrand.

Planche III

Eau de la Seine à Port-à-l'anglais.

14 Mai 1880.



1 Closterium lunula.
2 Scenedesmus quadricauda.
3 Cymatopleura elliptica.
4 Nitzschia dubia.
5 Navicula ambigua.
6 Gomphonema acuminatum.
7 Asterionella.
8 Cocconema lanceolatum.
9 Raphidium.
10 Tetraspora
11 Chlamydococcus pluvialis.
12 Euglena viridis.
13 ?
14 ?
15 Spicule de Spongille.
16 Ulothrix tenerrima.
17 Anguillule.
18 Mycélium.
19. Glaucoma scintillans.
20 Chætonotus.
21 Grain de Pollen.
22 Fibre de coton.
23 Brachionus palea.
24. Débris organiques et terreux.

G. Neuville del. et autogr.

faisants que les ruisseaux ou les torrents y apportent, ne pouvait être offerte en boisson aux habitants d'un grand centre de civilisation, sinon comme un pis aller et à défaut d'une eau plus saine, plus claire, et d'une température moins variable » (1).

« L'eau de Seine ne contient aucune substance minérale ou incommode; mais elle est toujours chargée même au-dessus de Paris, de matières organiques végétales ou animales dans une assez forte proportion. . . . .
. . . . L'eau est toujours chaude » (2).

« Depuis une vingtaine d'années, l'altération et la corruption des cours d'eau ont fait de rapides progrès. Un grand nombre de rivières, jadis très pures, sont devenues des égouts malsains. Tous les cours d'eau du département de la Seine se sont successivement infectés. . . . . » (3).

« L'eau de la Seine qui a pu inspirer aux anciens habitants de Paris une confiance méritée, devient chaque jour de moins en moins digne de la nôtre. »

« Espérons qu'il sera permis de remplacer pour les usages domestiques les eaux de plus en plus souillées de la Seine par une eau naturellement garantie de tout fâcheux contact avec des débris infects de matières organiques en décomposition » (4).

« Puisage dans la Seine par machines à vapeur :
Eau bonne pour les usages industriels . . . . . .

(1) *Premier mémoire sur les eaux de Paris, présenté au conseil municipal*, 4 août 1854, par M. Haussman, p. 25.

(2) *Second mémoire sur les eaux de Paris, présenté au conseil municipal*, 16 juillet 1858, par M. Haussman, p. 23.

(3) M. A. Gérardin, *Rapport sur l'altération, la corruption et l'assainissement des rivières, loc. cit.*, p. 462.

(4) *Rapport fait au conseil municipal au nom de la commission des eaux*, par M. Dumas, 18 mars 1859, p. 4.

infectée, même en amont de Paris par les usines qui s'y multiplient . . . . . louche . . . . . . chaude et nauséabonde en été » (1).

« L'eau de la Seine, malgré son passage pendant 5,000 mètres sous terre, est presque aussi chaude qu'à sa prise. »

En consultant le tableau d'ensemble on voit que la Seine a 179 jours d'eau trouble ou louche par année.

Quand on a lu attentivement ce qui précède, la première idée qui vous vient c'est de dire qu'on en boira le moins possible.

Cependant c'est encore une eau très potable. Je ne sais si toutes les citations que je viens de faire regardent exclusivement l'eau de Seine en amont de Paris, puisque les auteurs parlent en général, mais toujours est-il que du premier coup on aura une légère appréciation sur cette eau. Déjà les infusoires s'y dessinent mieux, heureusement l'on y rencontre encore une notable quantité d'algues dont quelques-unes ont une forme bien caractéristique : *Cocconema*, *Closterium*, *Scenedesmus*, *Raphidium*, *Tetraspora*, *etc.*

On y trouve aussi des spicules dont le nombre m'étonna au début de mon travail. Je les ai rencontrés depuis en grande abondance dans le canal de Charenton, alors complètement desséché. J'y ai récolté sur les murs à des endroits immergés de deux mètres, de larges plaques de spongilles qui en sont pour ainsi dire formées.

---

(1) *Troisième mémoire sur les eaux de Paris, présenté au conseil municipal*, par M. Haussman, 20 avril 1860, p. 24.

Planche IV

Eau de la Seine à la prise d'Austerlitz

26 Mai 1880



1 Nitzschia spectabilis couverte de Cocconeis placentula
2 Campylodiscus costatus.
3 Surirella splendida.
4 Pandorina morum.
5 Chlamydococcus pluvialis.
6 Orthosira arenaria.
7 Brachionus palea.
8 Infusoire mort
9 Infusoire ?
10 Euglena ?
11 Patte d'entomostracé
12 Spicule hispide de Spongille.
13 Fibre de coton coloriée.
14 Débris végétaux, organiques, terreux et mycélium.



EAU DE LA SEINE A LA PRISE D'AUSTERLITZ.

Degré hydrotimétrique { 15 décembre 1854 — 15°
16 février 1855 — 17° (1)

ANALYSE DE L'EAU DE LA SEINE EN AMONT DE PARIS.

(*H. Deville*, *Bercy*, 18 *juin* 1846.) (2)

	centim. cubes.
O.	3,9
Az	12,0
Co^2 libre	16,2
	grammes.
Ca	0,0739
Mg	0,0048
Na	0,0074
K	0,0022
Al^2o^3	0,00028
Fe^2o^3	0,0017
CO^3.	0,1018
So^4.	0,0219
Cl	0,0074
Sio^2.	0,0244
Matières organiques .	?
Total. . .	0,2544

Déjà plusieurs égouts se jettent dans la Seine en amont de la prise, et il ne faut pas s'étonner si les matières organiques commencent à s'y révéler. Il est vrai qu'elle n'est pas encore, comme les deux suivantes, empoisonnée par les déjections

(1) *Traité de chimie générale*, par MM. Pelouze et Frémy, *loc. cit.*, t. I, p. 248.

(2) *Dictionnaire de chimie pure et appliquée*, M. Wurtz. p. 1203.

de la ville, mais on y rencontre déjà moins d'algues, plus d'animaux et de matières organiques.

Les entrepôts de Bercy et la navigation y sont pour leurs apports. Cette eau est envoyée en grande partie dans les bassins de Gentilly, qui communiquent d'ailleurs avec les autres. Elle est encore passable pour l'alimentation.

Planche V

Eau de la Seine à la pompe à feu de Chaillot.

28 Mai 1880



1 Pandorina morum.
2 Surirella splendida.
3 Stauroneis phœnicenteron.
4 Epithemia argus?
5 Chlamydococcus pluvialis!
6 Euglena. —
7 Daphnia pulex (période nauplienne)
8 Entomostracé.
9 Anguillule.
10 Fibre musculaire striée.
11 Débris végétal entouré de débris org. et terreux
12 Fibre de coton.
13 Mycélium de champignon.
14 Cladophora glomerata (grossi 175 fois en diam.)

G. Neuville del. et autogr.



EAU DE LA SEINE A LA POMPE A FEU DE CHAILLOT.

« L'eau de la Seine, très pure en amont de Paris, l'est déjà beaucoup moins quand elle est arrivée au pont Notre-Dame; cette impureté augmente encore aux pompes à feu du Gros-Caillou et de Chaillot » (1). Les analyses suivantes ont été faites en amont de cette prise d'eau (2). C'est ici que je dois les placer, puisqu'elles peuvent nous donner une idée affaiblie, il est vrai, de la composition de l'eau puisée en cet endroit (3).

	Seine au pont Royal. Cote : 4 m. 25. milligrammes.	Seine au pont Royal. Cote : 0 m. 90. miligrammes.
Résidus argilo-siliceux	3	4
Alumine et peroxyde de fer	2	4
Chaux Magnésie	95	13,6
Alcalis	traces sensibles.	id.
Chlore	6	8
Acice sulfurique	8	13
Acide carbonique et matières non dosées	76	111
Eau combinée et matières organiques	quantité notable	id.
Totaux	190	276

(1) *Traité de chimie générale*, par MM. Pelouze et Frémy, *loco cito*, t. I, p. 237.

(2) Les pompes à feu de Notre-Dame et du Gros-Caillou n'existent plus.

(3) *Rapport de la commission d'enquête administrative chargée d'examiner le projet de dérivation des sources de la Dhuis*, 31 juillet 1861, p. 82. Analyse de M. Poggiale.

Une chose qu'il faut considérer avec attention, c'est la différence qui existe entre les deux analyses par le seul fait de la hauteur de l'eau, et, si l'on veut se reporter à ce que j'ai dit précédemment dans mon chapitre intitulé : *La méthode que j'ai suivie*, on en pourra déjà tirer quelques conclusions.

« En mettant de côté les eaux des rivières qui coulent sur les terrains de transition ou même secondaires, on ne peut que déplorer, en présence de la variation de composition, des débordements, de l'entraînement des matières organiques et minérales en suspension et du passage des eaux de rivière à travers les lieux que l'homme habite, l'ignorance ou l'imprévoyance de ceux qui, plus spécialement chargés de cette branche de l'administration, fondent le choix des eaux à distribuer sur des considérations d'un tout autre ordre que celles de la santé et de la satisfaction publiques et laissent ou font distribuer, hors des cas d'absolue nécessité, les eaux de fleuves, comme boisson, aux villes de quelque importance » (1).

« Quoi qu'il en soit, il faut pour tout un quartier de Paris, celui qui comprend les îles Saint-Louis et de la Cité, se résoudre à diriger immédiatement dans le fleuve les eaux d'égout. Si regrettable qu'on trouve ce parti, surtout à cause de l'Hôtel-Dieu, dont il eût été bien de conduire les projections au-dessous de la ville, on doit forcément l'accepter » (2).

(1) Wurtz, *Dictionnaire de chimie pure et appliquée* (*Eaux*), p. 1202 (A. Gauthier).

(2) *Premier mémoire sur les eaux de Paris, présenté au conseil municipal*, par M. Haussman, 4 août 1854, p. 23.

Actuellement les eaux de l'Hôtel-Dieu et de la cité sont dirigées dans un égout qui suit la rue de la Cité et côtoie sur la rive gauche le grand bras de la Seine pour s'y déverser près le Pont-Royal. Les choses sont donc toujours dans le même état qu'en 1854.

Nous voici donc en présence d'une eau qui reçoit, avant d'être élevée et utilisée, ce que M. Haussman appelle dans son rapport les *projections* de l'Hôtel-Dieu. Certains se demanderont quelle peut être leur nature. Je ne voudrais pas tenter cette énumération ; il faut avouer toutefois que le mot *projection* donne à peine une idée du vrai.

Et encore, ce n'est pas tout. Qu'on se promène le long de la Seine, qu'on examine tout ce qu'elle charrie, que l'on compte les bouches d'égout, les ruisseaux qui viennent s'y jeter, qu'on additionne si l'on peut, toutes les blanchisseuses qui y lavent leur linge sale, les baigneurs qui viennent s'y rafraîchir (?), qu'on note aussi en passant la Morgue (1), et on verra si l'eau est de premier choix.

Il y a bien encore quelques algues vivantes et même quelques algues mortes, mais on y remarque aussi certains animaux effrayants, tels que *Daphnia pulex*, *Anguillules*, etc., qu'il est loisible d'admirer dans la planche. M. Miquel, que j'ai déjà cité, y trouverait assurément une ample récolte de bactéries et pourrait, jusqu'à un certain point, comparer cette eau à quelques eaux d'égout. C'est, en un mot, une eau que je ne voudrais ni boire ni voir boire.

---

(1) A propos de la Morgue, je me demande pourquoi elle ne se trouve pas placée plutôt en aval qu'en amont, l'eau qu'on puise au delà ne s'en trouverait pas plus mauvaise. Je sais qu il est difficile de tout concilier, mais quand il s'agit d'hygiène on ne sera jamais trop difficile.

EAU DE LA SEINE A LA PRISE D'AUTEUIL.

Chose curieuse! cette eau qui, à première vue, devrait être plus mauvaise que la précédente, est cependant meilleure. Une eau prise à la sortie de Paris doit être incontestablement plus polluée que celle du centre de la ville. Ce n'est pourtant pas vrai et le cas n'a rien de surprenant. Si l'on considère, d'un côté, qu'au pont de l'Alma la Seine se trouve encaissée et a déjà reçu une forte dose de projections, de l'autre, qu'à partir de ce point, elle déroule librement ses eaux, n'est plus salie, et laisse déposer en partie les matières en suspension, on comprendra, jusqu'à un certain point, qu'elle soit meilleure, sinon bonne.

Nous allons donc arriver à en conclure qu'il vaudrait mieux puiser l'eau de la Seine à sa sortie de Paris que dans son milieu. Je dirai, que pour ma part, ce résultat m'a très fort étonné. J'avouerai même une chose, c'est qu'en allant puiser cette eau je m'aperçus qu'on vidait en amont un plein bateau de boue provenant des travaux du pont des Invalides, et je pensais en moi-même y trouver des choses surprenantes. Il n'en fut rien, ou presque rien. Une partie des organismes précédents s'y retrouvent, comme on peut le voir, mais en moins grande quantité.

M. Frankland dit à ce sujet : « Ce fut longtemps une théorie admise que les rivières se purifient elles-mêmes, et que, si l'on y jette des impuretés organiques, elles sont rapidement détruites, et qu'après un parcours d'une dizaine de milles les rivières se sont purgées de toute souillure et ont regagné leur pureté primitive. — Une doctrine bien commode si elle était vraie. Cette théorie est en grande réputation auprès de deux classes de personnes — d'abord les pol-

Planche VI

Eau de la Seine à la prise d'Auteuil.

2 Juin 1880.



1	Surirella biseriata.	11	Tetraspora.
2	Pleurosigma attenuatum.	12	Chlamydococcus pluvialis.
3	Melosira varians.	13	Spicule hispide de Spongille.
4	Pinnularia viridis.	14	Daphnia pulex. (période nauplienne)
5	Cocconema cistula.	15	Anguillule.
6	Tabellaria flocculosa.	16	Rotifère voisin des Brachions.
7	Diatoma grande.	17	Infusoire.
8	Nitzschia dubia.	18	Débris ligneux.
9	Cosmarium botrytis	19	Dépôts organiques et terreux.
10	Pandorina morum.	20	Débris de coton.

G. Neuville del. et autogr.



lueurs de rivières, ensuite les compagnies d'eau, qui puisent leur liquide potable en aval des embouchures des égouts des villes » (1).

M. A. Gérardin, de son côté, constate dans son ouvrage l'amélioration rapide de la Seine à sa sortie de Paris. Il dit même « qu'au délà de Bezons l'influence de l'égout semble être nulle » (2).

Sans vouloir contredire l'autorité de M. Frankland, j'oserai pourtant dire qu'il est évident pour moi que les rivières s'améliorent très rapidement. Je parle, bien entendu, des matières organiques en suspension et je n'en dirai pas autant de celles qui sont en dissolution; ce qui fait qu'à la fin de mon travail je place l'eau de la prise de Saint-Ouen avant celle de Chaillot, bien qu'elle soit assurément plus mauvaise au point de vue chimique.

J'ai tenu à me rendre compte des distances qui séparaient les différentes prises, et voici ce que j'ai relevé :

De Port-à l'Anglais	à la prise d'Austerlitz	— 4,500	mètres environ.
—	à la prise de Chaillot	— 10,300	—
—	à la prise d'Auteuil	— 13,500	—
—	à la prise de St-Ouen	— 32,500	—
—	à Bezons	— 48,000	—

Je suis, pour ma part, forcé de conclure, après mes expériences, que les matières organiques en suspension sont moins nombreuses. Cette eau peut cependant se trouver aussi mauvaise si l'on considère que, d'après M. Frankland, il y a non seulement des matières organiques en suspension, mais encore des matières organiques en dissolution.

« La nature, polluante d'origine organique, se présente dans l'eau sous deux formes différentes, c'est-à-dire, en dis-

(1) *Revue scientifique*, 2e série, 5me année, n° 39, 25 mars 1876, p. 290.

(2) *Loc. cit.*, p. 475-476.

solution et en suspension, tandis que la matière minérale polluante est presque toujours à l'état de suspension, et, à cause de sa plus grande densité, se déposera d'elle-même si on lui accorde un temps suffisant. Ce n'est pas la même chose pour la matière organique soluble ou suspendue..»(1).

Il ajoute (p. 290) : « La Tamise peut être prise comme exemple instructif de pollution organique. Elle reçoit des matières polluantes de papier et du draînage de 600,000 personnes dans son cours avant d'atteindre Hampton, et cependant, elle paraît encore une rivière comparativement claire et pure. Cela est dû à la nature trompeuse de la matière polluante qui est surtout organique et en dissolution et est, par suite, difficile à discerner avec le seul aide des sens. Si, cependant, on la suit dans son cours jusqu'au pont de Londres, sa pollution augmente grandement en apparence; mais la matière organique en solution est à peine perceptiblement plus grande au pont de Londres qu'à Hampton. Bref, si l'on filtrait de l'eau la vase suspendue et remuée par les bateaux à vapeur et les courants, elle serait, chimiquement parlant, à peu près aussi pure qu'elle l'est à Hampton. »

Que faut-il en conclure? C'est que la Tamise conserve, à peu de chose près, le même degré de pollution avant qu'après, et qu'il pourrait y avoir, pour ainsi dire, un maximum en tant que matière organique soluble.

Je lis dans la thèse de M. Robinet :

« Pour Guérard, après un laps de temps plus ou moins considérable, il vient un moment où le sol est tellement saturé de substances animales que la fermentation putride cesse de s'y effectuer » (2). En serait-il de même pour les eaux? En tout cas, ce que M. Frankland dit de la Tamise est en tout point applicable à la Seine.

(1) Frankland, *Rev. scient.*, *loc. cit.*, p. 285.
(2) *Loc. cit.*, p. 92.

Planche VII

Eau de la Seine à St Ouen.

30 Juillet 1880.



1 Diatoma grande.
2 Cymatopleura elliptica
3 Nitzschia dubia.
4 Melosira varians
5 Cosmarium botrytis
6 Algue décomposée.
7 Scenedesmus quadricauda
8 Paramecium
9 Infusoire ?
10 Fibre de coton.
11 Poil
12 Cristaux salins
13 Fibre musculaire striée
14 Poil de laine
15 Débris de tissu végétal
16 Matière colorante
17 Trachées.
18 Dépôts de mat. org. et terreuses
19 Spicule de Spongille.

G. Neuville del. et autogr.

EAU DE LA SEINE A LA PRISE DE SAINT-OUEN.

Voici son analyse faite par M. Henry (1) :

	centim. cub.
O	2,4
Az	4,0
Co^2 libre	65,0
	grammes.
Ca	0,0108
Mg	0,0146
Na	0,051
K	»
Al^2O^3	0,002
Fe^2O^3	»
Co^3.	0,0526
So^4.	0,0616
Cl	0,0344
Sio^2	0,036
Matières organiques	0,004
Total.	0,267

Les matières organiques commencent déjà à compter, comme on le voit.

De plus, comme je l'ai déjà fait remarquer, la proportion d'oxygène diminue, tandis que celle de l'acide carbonique augmente. (Se reporter à l'analyse de l'eau de la prise d'Austerlitz).

M. Chatin a démontré dans l'eau de Seine, après son passage à travers Paris, l'augmentation des chlorures et des sulfates ; il y a trouvé des sels ammoniacaux, de l'urée, de

(1) *Dictionnaire de chimie pure et appliquée*, Wurtz, p. 1203 (*Eau*).

l'hydrogène sulfuré, des traces d'urates, et, sur certains points, jusqu'à 1 à 2 décigrammes de phosphates et un gramme d'urée ou de matières organiques par litre.

Il ne faut pas s'étonner de ces résultats, car une bonne portion des égouts de Paris se déverse encore à Asnières au-dessus de cette prise. Quelques centimètres cubes de ces eaux d'égout m'ont donné un dépôt noir abondant que j'ai examiné. Sans parler des immondices visibles à l'œil nu et dont l'énumération serait aussi variée que......... malpropre, voici ce qu'on y rencontre le plus souvent :

Cheveux, grains de fécules diverses, globules graisseux, trachées déroulables, débris végétaux et organiques et matières amorphes diversement coloriées.

Plus d'algues, plus d'infusoires, en un mot plus de vie. L'égout se jette sur la rive droite et la côtoie un certain temps sans presque mêler ses eaux à celles de la Seine. Peu à peu le mélange s'opère, et, quand on arrive à la prise, il est en grande partie terminé.

L'eau a, en cet endroit, un aspect noirâtre et exhale le plus souvent une odeur désagréable. Après un dépôt de plus de vingt-quatre heures, elle conserve un louche et une odeur caractéristiques qui suffiraient à la faire repousser. Néanmoins, l'eau de rivière est chez la classe ouvrière réputée si supérieure aux eaux de puits que certains riverains la préfèrent encore, faute de mieux, il est vrai. S'ils lisaient ce qui suit ils n'en feraient pourtant rien :

« On a constaté à la suite de leur usage (eau des fleuves après leur passage dans les grandes villes) non seulement les dégénérescences scrofuleuses ou cancéreuses, mais la généralisation des maladies endémiques » (1).

(1) *Dictionnaire de chimie pure et appliquée*, Wurtz, p. 1201 (*Eau*).

Au microscope, on constate la présence de dépôts organiques nombreux, dont il est très difficile de caractériser le genre et surtout l'espèce. Les algues elles-mêmes qui s'y trouvent encore sont devenues *ratatinées*, mortes. Quelques desmidiées seules résistent, et il n'y a en cela rien de surprenant, puisqu'on les récolte en abondance sur les corps organiques en décomposition. Les infusoires et animaux divers apparaissent assez rares comme si la vie n'était plus possible pour eux.

Je trouve dans la thèse de M. Robinet la confirmation de mes expériences : « Il suffit de quelques millièmes à peine d'un acide quelconque et d'une faible proportion d'acide carbonique pour empêcher le developpement des infusoires proprement dits. Du reste, en général, *les produits de la putréfaction elle-même s'opposent au développement de ces vibrions*; de là cette singulière remarque, que tout ce qui absorbe les gaz putrides active leur prolifération, et par conséquent la destruction de la matière organique » (1).

M. A. Gérardin constate que « devant Clichy, sur toute la longueur du chemin de halage, est un banc d'atterrissement formé de détritus organiques. Par moment, de grosses bulles de gaz ramènent du fond des masses noires; l'hélice du bateau en agitant l'eau fait exhaler une odeur très forte. Absence de végétation » (2).

« En face des premières maisons de Saint-Denis, la vase est noire, elle a une odeur de tourbe ou de vidange. Absence de végétation. Au microscope, on voit des globules de matières tinctoriales » (3).

(1) M. G. Robinet, *loc. cit.*, p. 83.
(2) *Loc. cit.*, p. 474.
(3) *Loc. cit.*, p. 475.

EAU DU CANAL DE L'OURCQ.

On peut lire, dans un mémoire publié en 1854, que cette eau était la principale source d'alimentation. Elle prenait naissance à la gare circulaire du canal de l'Ourcq, et il est constaté que les bateaux de commerce altèrent cette eau de diverses façons (1), que ces eaux sont séléniteuses, mais moins qu'autrefois, et qu'elles valent mieux que leur réputation (2).

D'autre part : « On n'a jamais prétendu que l'eau du canal de l'Ourcq fut vraiment digne, par sa pureté, d'être affectée aux usages domestiques d'une grande cité ; elle est trop chargée de sels calcaires ; elle est trop exposée, par son long parcours à ciel ouvert, par son affectation aux besoins de la navigation, et par la lenteur de sa marche, à recevoir et à conserver des impuretés inquiétantes » (3).

Importance de cette eau en 1854 (4).

		m. c. par 24 h.
Eau du canal de l'Ourcq	Canal de l'Ourcq	105,000
	Trilbardon et Isles-les-Meldeuses	80,000
	Total	185,000

Degré hydrotimétrique : 30° à 31°.

(1) *Premier mémoire sur les eaux de Paris présenté au conseil municipal*, 4 août 1854, par M. Haussman, p. 8.

(2) *Id.*, p. 23.

(3) *Rapport fait au conseil municipal au nom de la commission des eaux*, par M. Dumas, 18 mars 1859.

(4) *Historique du service des eaux*, par M. Belgrand, 1875, p. 74-75.

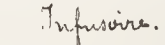
Planche VIII

Eau de l'Ourcq.

1 Juin 1880



1	Fragilaria virescens.	10	Infusoire.
2	Melosira varians.	11	Spore d'une Mélanconiée.
3	Surirella splendida avec petites navicules parasites.	12	Hygrocrocis.
4	Navicula cuspidata.	13	Débris végétal.
5	Chlamydococcus pluvialis.	14	Fibre de coton.
6	Pandorina morum.	15	Stigeoclonium.
7	Chlamydococcus pluvialis.	16	Microspora.
8	Euglena viridis.	17	Dépôts organiques et terreux.
9	Infusoire.	18	Charbon.



G. Neuville del. et autogr.



Le canal de l'Ourcq a un parcours de 98 kilomètres, il date de 1825. Il passe à Meaux, Claye, et de là à Paris, où il prend le nom de canal Saint-Martin.

Voici l'analyse de cette eau (1) :

	grammes.
Air atmosphérique.	quantité indéterminée.
Acide carbonique libre	quantité indéterminée.
Bicarbonate de chaux.	0,158
Bicarbonate de magnésie.	0,075
Sulfate de chaux anhydre	0,080
Sulfate de soude et de magnésie anhydres. .	0,095
NaCl	0,113
CaCl	
MgCl	
Nitrate alcalin	traces.
Silice, alumine, oxyde de fer	0,069
Matière organique azotée	indices sensibles.
Total. . .	0,590

Sans vouloir m'arrêter sur l'analyse chimique, je constate que l'analyse microscopique m'a donné pour cette eau d'excellents résultats. On y remarque une proportion assez grande d'algues, surtout des diatomées telles que : *Melosira varians*, *Fragilaria virescens*, *Surirella*, *Navicula*, etc.

Il est vrai que quelques-unes sont devenues vertes, ce qui est un indice de grande souffrance sinon de mort. Pour ce qui est des matières organiques, elles ne sont pas trop abondantes malgré le voisinage des abattoirs de la Villette. Somme toute, cette eau me semble *potable*, et ce n'est pas son degré hydrotimétrique de 30° qui doit la faire repousser. Nous avons vu que celui de la Seine oscillait entre 17° et 20°, et nous verrons, plus tard, celui des sources du Nord le dépasser énormément.

(1) *Traité de chimie générale*, par MM. Pelouze et Frémy, t. I, p. 240.

MM. Boutron et Henry pensent : « qu'il serait utile de détourner quelques-uns de ses petits affluents, dont le volume est de petite importance et qui ne fournissent au canal que des eaux de mauvaise qualité. Au moyen de cette élimination les eaux du canal de l'Ourcq, que l'introduction récente du Clignon a déjà contribué à rendre plus abondantes et plus salubres, acquerront toutes les qualités des eaux potables et pourront, au besoin, être distribuées dans certaines fontaines publiques » (1).

---

(1) *Id.*, p. 237.

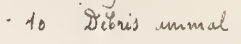
Planche IX

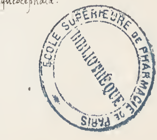
Eau des Sources de la Vanne

4 Juin 1880.



1 Meridion circulare.
2 Melosira varians avec sporanges.
3 Navicula serians.
4 Synedra —
5 Surirella salina.
6 Navicula rhyncocephala?
7 Ulothrix tenerrima.
8 Infusoire.
9 Débris végétal.
11 Cristaux calcaires.
12 Dépôts terreux
10 Débris animal





G. Neuville del. et autogr.

EAUX DES SOURCES DE LA VANNE.

Dès 1854, M. Haussman disait en parlant d'un projet de dérivation des sources devant alimenter Paris : « On a pris en dédain les travaux hydrauliques des peuples qui, ne connaissant pas la machine à vapeur, ont construit à grands frais des aqueducs fermés pour amener aux villes l'eau des sources lointaines. L'erreur et la barbarie ne sont-ils pas, au contraire, du côté de ceux des modernes qui regardent comme le dernier terme du progrès de faire monter chaque mètre cube d'eau par la combustion d'une certaine quantité de charbon, de soumettre l'alimentation d'une grande ville aux chances de dérangement de machines compliquées, et de livrer aux consommateurs une eau mêlée de matières étrangères, et qu'à cause de sa température élevée on ne peut boire six mois sans dégoût? La meilleure application du savoir et de la perfection véritable ne sont-ils pas, au contraire, chez les Romains, auteurs de ces magnifiques aqueducs, fleuves suspendus d'eau pure et toujours fraîche, un bienfait éternel que ne peut interrompre une roue qui se brise ou un foyer qui s'éteint » (1)?

La dérivation des eaux de la Vanne fut rapidement adoptée, et, en 1871, alors qu'enfin elles alimentaient Paris, M. Belgrand écrivait à leur propos : « Aucune comparaison n'est possible entre les eaux excellentes de la Vanne et celles de la Seine et de l'Ourcq, qui chaudes l'été, froides l'hiver, troubles ou louches en toute saison, sont en outre de plus en plus gâtées par les

(1) *Premier mémoire sur les eaux de Paris, présenté au conseil municipal*, par M. Haussman, 4 août 1854, p. 25.

résidus de l'industrie et les déjections humaines » (1). Voici, d'autre part, ce qu'on lit : « Les populations veulent aujourd'hui pour les usages domestiques et veulent, avec raison, des eaux non seulement salubres, mais toujours limpides, de fraîcheur constante, et exemptes de souillures qui altèrent les eaux de rivière dans le voisinage des villes » (2).

L'eau de la Vanne se rend après un parcours de 176 kilomètres au moyen de conduites fermées dans les réservoirs de Montrouge qui ont une capacité de 300,000 mètres cubes. 100,000 mètres cubes sont journellement distribués dans Paris (3).

C'est avec un véritable soulagement qu'on envisage cette eau après celle de la Seine. On ne rencontre plus ces matières organiques, ces végétaux en décomposition. Il n'y a plus que quelques diatomées dont quelques-unes sont charmantes. C'est une eau semblable que je voudrais voir distribuer à grands flots dans tout Paris, aussi bien pour le service de la ville que pour la consommation des habitants. Limpide, fraîche, exempte de matières organiques, elle réunit toutes les perfections. On arrivera certainement à ce résultat, mais au bout de combien d'années ?

---

(1) *Dérivation des sources de la vallée de la Vanne*, Belgrand, 1871, p. 15.

(2) *Revue scientifique*, 2e série, 8e année, n° 14, 5 octobre 1878, p. 314.

(3) *Historique du service des eaux*, Belgrand, 1875, p. 74-75.

Planche X

Eau de la Dhuis

19 Juin 1880



1 . Mucorinée submergée.
2 . Mycélium de champignon.
3 Spore de champignon.
4 Débris ligneux.
5 Débris organique ?
6 Dépôts agglomérés de mat. org. et terreux.



G. Neuville del. et autogr.

EAU DE LA DHUIS.

Le 18 mars 1859 (1), on adoptait le projet de dérivation de la Dhuis. Le 20 avril 1860 (2), on décrétait qu'il y avait lieu d'ouvrir un chemin spécial aux eaux de la Dhuis et du Surmelin, qui se rendent actuellement dans les réservoirs de Ménilmontant.

Voici l'analyse des eaux de la Dhuis : (3)

	A la Monnaie, par M. Pelouze.	A l'École des Ponts-et-Chaussées, par M. Mangon.
Résidu argilo-siliceux	non déterminé.	0,010
Alumine et peroxyde de fer.	id.	faibles traces.
Chaux.	0,1245	0,128
Magnésie.	non déterminé.	0,010
Alcalis.	id.	0,009
Chlore.	0,0058	0,003
Acide sulfurique	faibles traces.	0,005
Co^2 et matières non dosées.	non déterminé.	0,113
Eau combinée et matières organiques	faibles traces.	0,017
Totaux.	0,256.	0,295

(résidu desséché à 130°.)

D'après M. le docteur Mêlier (4), l'eau de la Dhuis n'est pas séléniteuse, ne contient pas de magnésie, et renferme de

(1) *Rapport fait au conseil municipal au nom de la commission des eaux*, par M. Dumas.

(2) *Troisième mémoire sur les eaux de Paris, présenté au conseil municipal*, par M. Haussman, 20 avril 1860.

(3) *Rapport de la commission d'enquête administrative chargée d'examiner le projet de dérivation des sources de la Dhuis*, 1861, p. 82.

(4) *Extrait du procès-verbal des séances de la commission d'enquête administrative chargée d'examiner le projet de dérivation des sources de la Dhuis.*

l'iode en quantité suffisante. Il conclut en disant qu'elle se recommande à tous les points de vue, surtout au point de vue médical.

L'analyse précédente constate la présence de la magnésie et ne parle pas d'iode. Il est vrai qu'il s'agit d'infinitésimaux.

En 1875, la Dhuis fournissait à Paris 20,000 mètres cubes d'eau par vingt-quatre heures (1). J'ai été chercher cette eau à son arrivée même, c'est-à-dire hors des fortifications, car elle se trouve mélangée avant les réservoirs de Ménilmontant. Au premier aspect, elle paraît impure et trouble, mais un léger repos laisse précipiter toutes les matières en suspension. Ces matières, comme je m'en suis convaincu, ne sont autre chose que des dépôts terreux non solubles agglutinés entre eux en menus flocons. C'est une eau qui est très bonne et qui, après filtration ou repos, peut rivaliser avec la précédente; mais on ne la boit pas pure. Je n'y ai pas constaté la présence d'algues.

---

(1) *Historique du service des eaux*, par Belgrand, 1875, p. 74-75.

Planche XI

Eau d'Arcueil

5 Juin 1880.



1 Oscillaria viridis.
2 Nitzschia sigmoïdea.
3 Gomphonema dichotomum.
4 Chlamydococcus pluvialis.
5 Vorticella citrina.
6 Spicule de Spongille.
7 Portion d'algue.
8 Débris végétal.
9 Plume ?
10 Coton.
11 Mycélium.
12 Cristaux calcaires.

G. Neuville del. et autogr.



EAU D'ARCUEIL.

Les eaux d'Arcueil se rendent aux réservoirs de l'Estrapade. Elles arrivent très limpides, et leur titre hydrotimétrique est de 37° 50, d'après M. Boudet (1), et de 28°, d'après MM. Pelouze et Fremy (2).

La quantité d'eau que ces sources donnent à Paris est insignifiante; elle est de 1,000 mètres cubes par vingt-quatre heures (3).

MM. Boutron et Henry constatent que « l'eau d'Arcueil, prise à Rungis, origine des premières sources, renferme une quantité de bicarbonates alcalins et calcaires, presque double que celle que contient l'eau prise au château de l'Observatoire » (4). Il est donc évident que ces eaux s'améliorent dans leur parcours, en tant que sels calcaires. J'en donne l'analyse faite au château de l'Observatoire (5) :

(1) *Deuxième mémoire présenté au conseil municipal de Paris*, par M. Haussman, 16 juillet 1858, p. 31.

(2) *Traité de chimie générale*, par MM. Pelouze et Frémy, 1860 t. I, p. 248.

(3) *Historique du service des eaux*, par Belgrand, 1875, p. 74-75.

(4) Voir (2), p. 237.

(5) Voir (2), p. 238.

		litres.
Az et O	. . . .	0,004
Co^2 libre.	. . . .	0,070
		grammes.
Bicarbonate de chaux	. . . . .	0,158
— de magnésie	. . . .	0,060
Sulfate de chaux anhydré	. . . .	0,138
— de soude —	. . . .	} 0,072
— de magnésie —	. . . .	
Nacl	. . . .	} 0,081
Cacl	. . . .	
Mgcl	. . . .	
Sel de potasse	. . . .	} traces.
Nitrates alcalins	. . . .	
Silice, alumine, oxyde de fer	. . .	0,018
Matières organiques	. . . . . .	traces à peine sensibles.
Total.	. .	0,527

L'analyse microscopique nous montre, en effet, ces eaux comme très pures et presque dépourvues de matières organiques. A peine y voit-on quelques *vorticelles* et *oscillaires*. Le reste du dépôt est pour ainsi dire formé de sels calcaires cristallisés et précipités de leur solution par la perte d'une certaine portion d'acide carbonique. C'est une eau de bonne qualité qu'on a trouvé moyen d'améliorer par des cascades successives, et il est malheureux qu'on n'en ait pas davantage.

Planche XII

Eau des Sources du Nord.

26 Juin 1880.



1 Navicula serians.
2 Petites navicules ?
3 Infusoire.
4 Spores de champignon.
5 Mucédinée submergée (Hygrocrocis)
6 Patte d'acarien.
7 Débris végétal.
8 Débris ligneux.
9 Laine teinte.
10 Cristaux calcaires.



G. Neuville del. et autogr.

EAU DES SOURCES DU NORD.

J'aurai peu de choses à dire sur elle. D'abord elle ne fournit presque rien et son emploi diminue chaque jour. Je sais pourtant qu'elle est utilisée du côté de Pantin et des quartiers avoisinants, et qu'on la distribue encore à quelques rares concessionnaires de Belleville. Mais j'ai cru devoir ne rien omettre.

Essentiellement séléniteuse, son titre hydrotimétrique atteint des proportions énormes : 100° à 150°, selon que les eaux des prés Saint-Gervais et de Belleville sont plus ou moins mélangées.

Cette eau contient une faible proportion d'un dépôt formé en majeure partie de sels calcaires, dont la présence est presque caractéristique. On y rencontre très peu d'algues vertes et une quantité minime de matières organiques.

EAU DES PUITS DE GRENELLE ET DE PASSY.

Voici à leur égard quelques renseignements intéressants que je puise dans le *Magasin pittoresque*, auquel je renvoie pour les détails (1).

Puits de Grenelle. — Entrepris le 24 décembre 1833, la nappe jaillissante n'apparut que le 26 décembre 1841.

Il peut être utile de citer les différentes couches de terrains traversés, ce qui fera connaître à peu de chose près leur constitution géologique.

		mètres.
Terrain de transport, de sable et de cailloux . .	environ	10
Sables, argiles et lignites, représentant le calcaire à moellons	—	30
Fragments de craie empâtés dans l'argile . . .	—	5
Craie d'abord sableuse, puis blanche, compacte et contenant du silex	—	420
Craie grise, bleuâtre et verdâtre, plus ou moins argileuse	—	27
Argiles du Gault et sables verts.	—	56
Total. . . .	—	548

A 402 m. la température était de		23°50	} Arago et Walferdin.
A 505 m.	—	—	27°43	
A 548 m.	—	—	27°73	

L'eau des puits de Grenelle marque donc 27° 73 centigrades. Il est bon de rappeler que c'est d'après les résultats précédents que l'on a pu dire : *Chaque fois que l'on descend de*

(1) *Magasin pittoresque*, 9e année, p. 162 et suivantes; 28e année p. 26; 30e année, p. 227, 267 et 303.

Planche XIII

Eau du puits de Grenelle

12 Juin 1880.



1 Gomphonema –
2 Mucédinée submergée (Hygrocrocis.)
3 Spore de champignon.
4 Débris végétal.
5 Cristaux calcaires.

G. Neuville del. et autogr.

Planche XIV

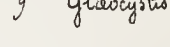
Eau du puits de Passy.

20 juillet 188c.



1 Cosmarium botrytis.
2 Infusoires enkystis.
3 Pollen.
4 Fils de coton.
5 Rhizoclonium (Bichromum.)

6 Poil.
7 Tissu végétal.
8 Calothrix pluvialis.
9 Glœocystis.



G. Neuville del. et autogr.



32 mètres dans l'intérieur de la terre, la température augmente de 1° centigrade.

Les premiers jours le débit fut de 2,000 mètres cubes par jour; mais après l'élévation du plan de déversement à 33 mètres on n'obtintplusque 630 mètres cubes. L'eau jaillit à 34 mètres 10 au-dessus du niveau des puits, va aux réservoirs du Pan-théon et est distribuée aux fontaines publiques et particulières, son titre hydrotimétrique est de 8° 9.

Puits de Passy. — En 1854, M. Kind, ingénieur allemand offrit de creuser ce puits à 500 ou 600 mètres de profondeur, sur 1 mètre de largeur, le tout tubé, en une année, et à forfait pour 350,000 francs. Des obstacles imprévus se produisirent et la nappe aquifère ne jaillit que le 24 septembre 1861. Il avait donc fallu six ans, et neuf mois d'un travail continu. Un accident détermina la résiliation du traité et les travaux furent continués par l'administration municipale sous la direction du même ingénieur. On essuya des ennuis répétés et l'eau fut rencontrée pour la première fois à 577 mètres 50 (c'était la couche de Grenelle). Le forage fut continué, et, le 24 septembre à midi l'eau jaillit enfin. Au premier coup de sonde on obtint un débit de 15,000 mètres cubes, qui s'éleva bientôt jusqu'à 25,000 mètres cubes et ne descendit pas au-dessous de 17,000, tant qu'on laissa couler l'eau au niveau du sol.

Le 24 septembre 1861 le puits de Grenelle donnait 630 mètres cubes, vingt-quatre heures après 560 mètres cubes, puis 460 mètres cubes et même 420 mètres cubes.

Les couches de terrains traversées sont les mêmes. La température de ce puits est de 28°, été comme hiver, et l'on y constate une légère proportion d'acide sulfhydrique comme dans le puits de Grenelle.

Ces eaux n'ont jamais eu une importance réelle en fait d'alimentation. Il suffit de citer leur débit moyen qui est de

600 mètres cubes (1) pour s'en convaincre. Mais enfin il faut en parler. M. Dumas (2) constate que l'eau du puits de Grenelle est privée d'oxygène libre et légèrement alcaline. Sous le rapport de la qualité des eaux, la commission considère l'eau du puits de Grenelle et celle du puits de Passy comme les meilleures pour les usines, comme convenables à tous les usages publics, et comme susceptibles, moyennant quelques précautions, d'entrer dans les usages domestiques en concurrence avec toute autre eau potable.

Voici l'analyse du puits de Grenelle, par M. Payen (3). J'en rencontre trois, mais je m'arrête à celle-ci parce qu'elle tient le milieu entre les deux autres.

	grammes.
Carbonate de chaux.	0,0680
— de magnésie . . .	0,0142
Bicarbonate de potasse. . . .	0,0296
Sulfate de potasse	0,0120
Chlorure de potassium. . . .	0,0109
Silice.	0,0057
Substance jaune particulière. .	0,0002
Matière organique azotée . . .	0,0024
Total. . .	0,1430

La substance jaune particulière dont M. Payen parle est curieuse. Si au sommet du puits, on dépose dans le réservoir des verres ou des cristaux, il suffit de quarante-huit heures pour leur communiquer une teinte jaunâtre très tenace et qui résiste même aux agents chimiques. M. Payen y constate la présence d'une très faible quantité de matière organique azotée. Elle serait nulle, selon moi, si l'eau ne ramassait pas dans son par-

(1) *Historique du service des eaux*, par Belgrand, 1875, p. 74-75.

(2) *Rapport de la commission spéciale des puits artésiens*, 1861.

(3) *Traité de chimie générale*, par MM. Pelouze et Frémy, 1860, t. I, p. 239.

cours le long du tuyau et dans le petit bassin supérieur certaines végétations cryptogamiques qui y poussent. Je n'ai rien à dire de plus particulier sur ces eaux ; les planches feront voir leur différence. Tout ce que je dirai, c'est que je préférerais encore celle de Passy, à celle de Grenelle, et cependant, on prétend en s'appuyant sur des résultats acquis que ces deux eaux proviennent de la même couche aquifère. C'est donc une opinion que je tire de mes expériences seules.

EAU DE PUITS.

Comme il y a encore bien des personnes qui se servent d'eau de puits, surtout dans le Marais, j'ai tenu à en examiner une. Sa composition ne pouvant guère varier d'un endroit à un autre que dans la quantité de sels ou de matières organiques en dissolution, je me suis arrêté au premier puits venu. (Rue de l'Arbalète, rive gauche.)

« *Eau de puits.* — Elles ne sont potables que si les puits sont creusés loin de l'habitation de l'homme. Les diverses substances dissoutes dans ces eaux sont : la silice, l'alumine, les carbonates de chaux et de magnésie, souvent l'alun à la base de potasse, les chlorures de calcium, magnésium, sodium ; les sulfates de chaux et de magnésie, les carbonates de ces bases, les azotates provenant des sels ammonicaux ; les matières organiques. Si ces eaux contiennent 0 gr. 50 des matières précédentes, elles peuvent encore servir à la boisson » (1).

« On a compté 30,000 puits à Paris. (Recensement au moment du siège.) L'eau de ces puits est malheureusement de la plus détestable qualité. Elle est chargée d'une quantité considérable de sels terreux, surtout de sulfate et de nitrate de chaux. Elle contient en outre beaucoup de matières organiques » (2).

(1) *Dictionnaire de chimie pure et appliquée* par M. Wurtz (*Eau*), p. 1202.

(2) *Revue scientifique*, 2e série, 7e année, n° 37, 16 mars 1878, p. 862.

Planche XV.

Eau d'un puits de la Rive gauche

18 juin 1880.



1 Cyclops vulgaris.
2 Mycélium avec spores.
3 Débris ligneux.
4 Micrococcus?
5 Dépôts organiques et terreux.



G. Neuville del. et autogr.

Puits dont le titre hydrotimétrique est le plus faible :

Saint Germain-l'Auxerrois (136°-152°).

Puits dont le titre hydrotimétrique est le plus fort :

Saint-Thomas-d'Aquin (124°-208).

On s'est beaucoup inquiété dernièrement des infiltrations diverses qui pouvaient se produire et de leurs effets. Le docteur Robinet s'en est occupé et je note certains passages de son travail. Voici ce qu'il écrit (1) :

« Les nappes souterraines recevant les infiltrations de Montparnasse et du Père-Lachaise, disent MM. Belgrand, Hennez et A. Deleins, ingénieurs de la ville de Paris, dans un rapport souvent cité, s'écoulent directement sous Paris pour se rendre dans la Seine. Pour Montparnasse, elles se dirigent en grande partie vers le nord, tandis que pour le Père-Lachaise, elles descendent vers le sud un peu ouest ; dans les deux cas, elles passent d'ailleurs sous des quartiers populeux. Les puits de ces quartiers situés à l'aval des nappes passant sous les cimetières ne reçoivent donc que des eaux complètement souillées, et cette circonstance est d'autant plus regrettable que dans les familles pauvres leurs eaux sont employées à divers usages domestiques ».

« Il est bien vrai qu'en filtrant à travers le sol l'eau se débarrasse assez rapidement des matières salines et surtout des matières organiques qu'elle tient en dissolution : l'argile et la marne qu'elles rencontrent heureusement dans le sous-sol de Paris en retient immédiatement une grande partie ; toute-

(1) Dr G. Robinet, *Sur les prétendus dangers présentés par les cimetières en général et par les cimetières de Paris en particulier.*

fois, les puits qui sont voisins de Montparnasse et du Père-Lachaise donnent souvent une eau ayant une saveur douceâtre et répandant une odeur infecte, surtout pendant les grandes chaleurs de l'été. Ajoutons que dans les travaux de consolidation exécutés sous le cimetière de Montparnasse, on a rencontré des eaux corrompues par des matières organiques en décomposition qui provenaient de leur infiltration à travers les cadavres. Il en est de même sous le Père-Lachaise, dans le souterrain du chemin de fer de ceinture rive droite ; et les eaux corrompues sont particulièrement abondantes depuis qu'on a fait le drainage de ce dernier cimetière. »

M. Robinet attaque vivement l'opinion de ces Messieurs et cite même à son appui les lignes suivantes :

« Même l'eau de drainage d'un cimetière rempli et fermé depuis peu de temps a été reconnue par la commission anglaise des eaux (*Rivers pollution commission*), comme très peu chargée de matières organiques et pouvant sans aucun danger se jeter dans les cours d'eau » (p. 97).

Voilà quelque chose qui s'accorde mal avec les observations précédentes. Mes études ne m'ont pas porté de ce côté, et, sans vouloir me prononcer sur un sujet aussi grave, devant des opinions aussi contradictoires, je renvoie à la thèse de M. Robinet.

On y lira l'opinion de M. Belgran :

« Pour M. Belgrand, le sol de Paris est infecté par les cimetières anciens et nouveaux, par les infiltrations des anciennes fosses d'aisances; la science, dit-il, en fournit la preuve : il faudrait donc éloigner les cimetières de Paris, afin d'éviter *l'empoisonnement croissant des eaux souterraines et de la Seine elle-même*. »

Puis l'opinion de l'auteur fondée sur des considérations que chacun pourra apprécier. M. Robinet dit (p. 109) : « Ainsi, en résumé, les nombreux arguments produits dans le rapport

de M. Belgrand ne peuvent pas établir l'insalubrité des eaux de Paris, surtout en ce qui concerne la Seine, dont l'empoisonnement systématique ne commence qu'à Asnières. »

Ici M. Robinet ne veut certainement parler que de l'empoisonnement produit par les matières organiques en solution.

Il ajoute (p. 109) : « Rien ne prouve que loin de s'aggraver, l'état des eaux de Paris ne se soit amélioré depuis plus d'un siècle. Pour déduire quelque chose des données scientifiques insérées au mémoire, il faudrait qu'elles fussent beaucoup plus nombreuses, que l'on eût fait des analyses comparatives dans toutes les régions de Paris, en dehors de la ville, et depuis un grand nombre d'années. »

C'est possible, mais il est encore permis d'en douter. Je suis, toutefois, formellement de son avis quand il parle des analyses nombreuses et suivies qu'il serait bon d'entreprendre.

Comme on le voit, l'eau qu'on y puise est au moins sujette à caution sinon condamnée à l'avance, et je ne comprends pas l'imprudence de ceux qui en boivent. Qu'on mette les sels terreux de côté, il suffit d'envisager les infiltrations qui vont grossir l'importance de la matière organique dissoute et les animaux surprenants qu'on y voit remuer à l'œil nu pour la rejeter au loin.

Maintenant que j'ai étudié chaque eau en particulier et que j'ai fait voir leurs qualités comme leurs défauts, je dois les placer par ordre de mérite *d'après leur analyse microscopique.* J'agis ici sans parti pris et d'après ce que j'ai trouvé.

Les voici :

Eau de la Vanne.
— de la Marne à St-Maur.
— — à Charenton.
— de la Seine à Port-à-l'Anglais.
— du canal de l'Ourcq,
— d'Arcueil.
— des sources du Nord.
— du puits de Passy.
— du puits de Grenelle.
— de la Dhuis.
— de la Seine à la prise d'Austerlitz.
— d'un puits de la rive gauche.
— de la Seine à St-Ouen.
— — à Auteuil.
— — à Chaillot.

N. B. — J'ai déjà fait remarquer précédemment que l'eau de la prise de Saint-Ouen pouvait être plus mauvaise que les suivantes par le fait des matières organiques en dissolution, mais toujours est-il qu'on n'y rencontre plus les immondices figurés de celle de Chaillot.


ECOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS
BIBLIOTHÈQUE

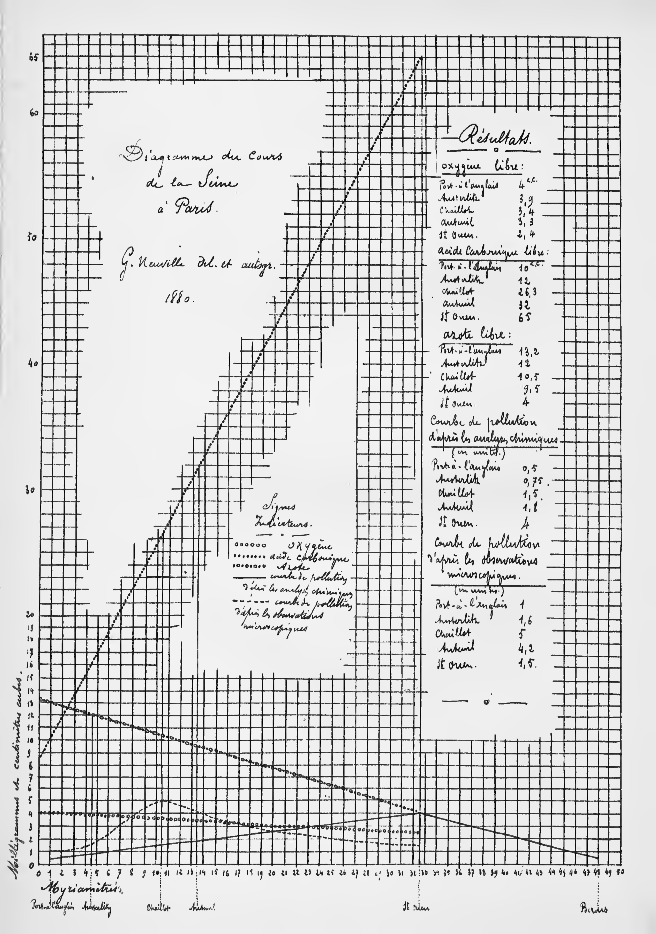

Diagramme du Cours
de la Seine
à Paris.
G. Neuville del. et autogr.
1880.
Résultats.
oxygène libre:
Port-à-l'anglais 4 c.c.
Austerlitz 3,9
Chaillot 3,4
Auteuil 3,3
St Ouen. 2,4
acide Carbonique libre:
Port-à-l'Anglais 10 c.c.
Austerlitz 12
Chaillot 26,3
Auteuil 32
St Ouen. 65
azote libre:
Port-à-l'anglais 13,2
Austerlitz 12
Chaillot 10,5
Auteuil 9,5
St Ouen 4
Courbe de pollution
d'après les analyses chimiques
(en unités.)
Port-à-l'anglais 0,5
Austerlitz 0,75.
Chaillot 1,5.
Auteuil 1,8
St Ouen. 4
Courbe de pollution
d'après les observations
microscopiques.
(en unités.)
Port-à-l'anglais 1
Austerlitz 1,6
Chaillot 5
Auteuil 4,2
St Ouen. 1,5.
Signes
Indicateurs.
oxygène
acide carbonique
Azote
courbe de pollution d'après les analyses chimiques
courbe de pollution d'après les observations microscopiques
Myriamètres.
Port-à-l'anglais
Austerlitz
Chaillot
Auteuil
St Ouen
Bezons

DIAGRAMME.

Il m'a paru intéressant de présenter dans mon travail un diagramme permettant d'apprécier d'un coup d'œil l'importance plus ou moins grande de certaines substances contenues dans ces eaux. J'ai reconnu de prime abord qu'il fallait me borner au cours de la Seine, puisque je ne savais comment classer les autres eaux.

Même en m'en tenant là, j'ai dû avoir recours à certains artifices devenus nécessaires faute de renseignements suffisants et que je suis forcé d'expliquer. Ainsi, pour la courbe de pollution organique, je n'ai qu'une donnée : celle de Saint-Ouen, où l'analyse décèle 0 gr. 004 de matières organiques. A la prise de Chaillot, je trouve la désignation *quantité notable*, à celle d'Austerlitz *un point d'interrogation*, à celle de Port-à-l'Anglais *traces sensibles*, à Bezons (voir eau de la prise d'Auteuil). M. A. Gérardin constate que l'influence de l'égout semble être nulle.

Il fallait pourtant essayer d'interpréter ces données vagues. J'ai cru rester dans une juste limite en égalant à 1/2 milimètre le point d'interrogation, ce qui m'a servi de départ pour rejoindre le point trouvé de Saint-Ouen. Pour l'azote, l'oxygène et l'acide carbonique, les analyses d'Austerlitz et de Saint-Ouen me fournissent heureusement chaque fois deux données qui me permettent de tracer une ligne avec assez de justesse. Quant à la ligne *de pollution*, d'après les expériences microscopiques, elle est l'expression aussi exacte que possible de ce que j'ai trouvé et de ce que j'ai cherché à reproduire sur mes planches. Je regrette vivement d'avoir à m'en tenir là, mais j'y suis forcé.

CONCLUSIONS.

Il est facile après avoir étudié toutes ces eaux d'en tirer une conclusion : c'est que les eaux de sources sont les seules que doivent boire les habitants de Paris. L'eau de la Seine et celles de la Marne en amont de Paris seraient encore bonnes à la condition d'être refroidies, mais la chose est, à ce qu'il paraît, impossible.

Pour les autres, mon avis est qu'on devrait les bannir. Je sais bien qu'elles n'entrent pas, au moins en grande partie, dans l'alimentation de Paris, et cependant, l'eau de ma fontaine, consultée lorsque je la voyais un peu louche, m'a donné la conviction que je recevais de l'eau de Seine au lieu de l'eau de Vanne, et encore de l'eau de Seine moins belle que celle d'Austerlitz.

On pourra me dire que telle eau dont je parle n'est pas distribuée aux habitants directement, qu'elle est destinée aux services publics, etc., toujours est-il que la classe pauvre qui n'a pas d'abonnement, s'en sert tous les jours pour ses besoins, comme il est facile de s'en convaincre, et qu'à ce titre, il faut compter avec elle.

J'irai même plus loin, je désirerais pour le service public voir repousser les eaux mêmes des prises de Chaillot, Auteuil, Saint-Ouen. Est-il convenable de ramener dans Paris, l'eau infectée par ses égouts, fût-ce pour laver les ruisseaux? Ne se pourrait-il pas, surtout en temps d'épidémies, que l'hygiène publique s'en trouvât atteinte ? Il se peut qu'un de ces jours on fasse dériver sur Paris les eaux de la Somme et de la Soude dont on s'est déjà fort occupé, et cependant, si j'en crois certains bruits, il serait question d'augmenter sur

plusieurs points la puissance des machines établies sur la Seine.

Je le verrais faire avec regret. M. Belgrand l'a dit : « Lorsqu'il s'agit d'une grande capitale comme Paris, il arrive un moment où le fleuve, qui reçoit, malgré toutes les précautions, une quantité notable des immondices d'environ 2,000,000 d'êtres humains, ne donne plus qu'une eau, sinon empestée, du moins fort insalubre. Il faut renoncer à employer cette eau comme boisson » (1).

Je sais que le conseil municipal, toujours soucieux du bien-être des habitants, recherche les améliorations possibles. Tout dernièrement encore il a obtenu une diminution notable sur le prix des abonnements, mais il serait désirable qu'une fois pour toutes, Paris fût délivré de ces eaux fort insalubres dont parle M. Belgrand.

On s'est beaucoup occupé de savoir si un filtrage préalable pouvait améliorer sensiblement les eaux de la Seine. J'en vois faire mention dans chaque rapport présenté au conseil municipal.

M. Boudet a dit (2) « que les eaux non filtrées portent en elles des causes particulières d'insalubrité que le filtrage peut supprimer. » Je rappelle à ce sujet les travaux déjà cités de M. Frankland, qui pense le contraire.

En tout cas, la filtration en grand est reconnue impossible. Les travaux préliminaires, la main-d'œuvre, le charbon employé, etc., constitueraient des dépenses folles, quand on pense qu'il faudrait filtrer journellement 300,000 mètres cubes d'eau ; au reste, on a constaté qu'on aurait encore une eau trouble.

(1) *Revue scientifique*, 2ᵉ série, 7ᵉ année, nº 37, 16 mars 1878.

(2) *Rapport de la commission d'enquête administrative chargée d'examiner le projet de dérivation des sources de la Dhuis*, 1861, p. 56.

M. Farlow en parle dans un ouvrage déjà cité :

« Quant à la précaution de filtrer l'eau et de la laisser déposer quelques jours dans un réservoir, c'est une bonne chose, et l'eau en est certainement améliorée, néanmoins, si l'on en juge par l'été dernier, l'eau n'arrive jamais à être complètement purifiée. »

Dans un rapport fait au conseil municipal par M. Dumas, au nom de la Commission des eaux (18 mars 1859), il est dit que la Commission conserve des doutes sur la clareté et la limpidité de ces eaux filtrées, qu'il y a formation rapide, dans les bassins destinés à les contenir, de végétations abondantes servant de repaire aux hôtes habituels des eaux dormantes.

Il faut constater à ce propos que les bassins doivent être nettoyés très souvent, non seulement les bassins des villes, mais encore ceux des particuliers. Les personnes qui, dans leur intérieur, se servent de filtres en pierre et qui ne les nettoient pas *au moins* chaque semaine, surtout l'été, ne se doutent pas des décompositions qui s'opèrent dans les dépôts formés. Leur eau filtrée finirait par devenir mauvaise à côté de celle qui ne le serait pas.

Voici à ce propos quelques lignes tirées de l'ouvrage du docteur Marchand (1).

« Les eaux des villes conservées dans des réservoirs ou bassins doivent être changées fréquemment, en été surtout, car de salubres qu'elles sont, quand elles arrivent, elles passent à l'état d'eau croupie. »

En 1875 et 1876, les réservoirs qui alimentent la ville de Boston ont présenté une odeur infecte. Le docteur Farlow, chargé de rechercher la cause de cette odeur, a trouvé qu'elle provenait d'une algue nostochinée (anabæna ou nodularia) qui s'était décomposée sous l'influence d'une température

(1) *Loc. cit.*, p. 125.

excessive. (W.-C.Farlow, *Remarcks of some algæ found in the water supplees of the city of Boston in Bull, of Bussey institution*, janvier 1877)..

Je termine en citant cette phrase de M. Dumas (1) :

« L'eau, il y a longtemps qu'on l'a dit, ne doit jamais être soupçonnée, et au moindre doute, il faut que l'administration puisse remplacer une eau devenue suspecte, même sans motif, par une eau qui ait conservé la confiance des consommateurs. »

Je n'ai pas agi à la légère et j'ai exposé quelques motifs.

En adviendra-t-il quelque bien ? Je l'espère.



Approuvé :
A. Chatin.

Vu et permis d'imprimer,
Le vice recteur de l'Académie de Paris,
Gréard.

---

(1) Extrait du procès-verbal de la commission d'enquête administrative chargée d'examiner le projet de dérivation des sources de la Dhuis, p. 16.

Paris. — Imprimerie MOQUET, rue des Fossés-St-Jacques, 11.